



Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang

Dyah Tri Retno dan Wasir Nuri

Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta

Telp/HP/Fax dan Email : (0274)486889/081578702091/486889

Abstrak

Pada masa sekarang bahan bakar menjadi kebutuhan pokok masyarakat dan pemakaiannya cenderung meningkat setiap tahunnya sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi yang di pakai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu perlu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai salah satu bahan bakar alternatif untuk mengatasi kebutuhan bahan bakar pada saat ini. Bioetanol merupakan cairan hasil fermentasi karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Karbohidrat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kulit pisang kepok. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatis. Metode hidrolisis secara enzimatis lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan fermentasi atau peragian dengan menambahkan yeast atau ragi sehingga diperoleh bioetanol. Penelitian ini bertujuan membuat bioethanol dari limbah kulit pisang dengan variasi waktu fermentasi dan penambahan ragi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi dihasilkan etanol banyak sampai pada waktu tertentu dan semakin banyak ragi yang ditambahkan akan dihasilkan etanol semakin rendah. Pada variasi waktu fermentasi diperoleh waktu optimum fermentasi pada waktu 144 jam dengan kadar etanol 13,5406%. Pada variasi penambahan berat ragi diperoleh kadar etanol 13,5353% dengan berat ragi 0,0624 gram.

Kata kunci : Bioetanol, fermentasi, hidrolisis, kulit pisang, ragi.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pada masa sekarang kecendrungan pemakaian bahan bakar sangat tinggi sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi yang di pakai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi pada saat ini.

Saat ini sedang diusahakan secara intensif pemanfaatan bahan-bahan yang mengandung serat kasar dengan karbohidrat yang tinggi, dimana semua bahan yang mengandung karbohidrat dapat diolah menjadi bioethanol. Misalnya umbi kayu, ubi jalar, pisang, kulit pisang, dan lain-lain. Bioethanol dapat dihasilkan dari tanaman yang banyak mengandung senyawa selulosa dengan menggunakan bantuan dari aktivitas mikroba.

Pisang dengan nama Latin *Musa paradisiacal* merupakan jenis buah-buahan tropis yang sangat banyak dihasilkan di Indonesia. Pulau Jawa dan Madura mempunyai kapasitas produksi kira-kira 180.153 ton pertahun (Anonymous, 1978). Dari keseluruhan jumlah tersebut terdapat jenis buah pisang yang sering diolah dalam bentuk gorengan,

salah satunya pisang kepok. Kulit dari buah pisang kepok biasanya oleh masyarakat hanya dibuang dan hal itu menjadi permasalahan limbah di alam karena akan meningkatkan keasaman tanah dan mencemarkan lingkungan. Berdasarkan permasalahan itulah penelitian tentang pengolahan limbah kulit pisang kepok ini dilakukan agar lebih berguna untuk masyarakat.

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme (Anonim, 2007). Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatis. Metode hidrolisis secara enzimatis lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi atau peragian dengan menambahkan yeast atau ragi sehingga diperoleh bioetanol.

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat bioetanol atau alkohol dari limbah kulit pisang dengan variasi waktu fermentasi, berat ragi dan kondisi optimumnya.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Bahan Baku

Amilum atau dalam bahasa sehari-hari disebut pati terdapat dalam berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang disimpan dalam akar, batang buah, kulit, dan biji sebagai cadangan makanan. Pati adalah polimer D-glukosa dan ditemukan sebagai karbohidrat simpanan dalam tumbuh-tumbuhan, misalnya ketela pohon, pisang, jagung, dan lain-lain (Poedjiadi A, 1994).

Kulit pisang kepek digunakan karena mengandung karbohidrat. Karbohidrat tersebut diurai terlebih dahulu melalui proses hidrolisis kemudian di fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menjadi alkohol. Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan dari fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme (Anonim, 2007). Bioetanol diartikan juga sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium (Khairani, 2007).

Komposisi kulit pisang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Kandungan Kulit Pisang	
Unsur	Komposisi
Air	69,80 %
Karbohidrat	18,50%
Lemak	2,11%
Protein	0,32%
Kalsium	715mg/100gr
Pospor	117mg/100gr
Besi	0,6mg/100gr
Vitamin B	0,12mg/100gr
Vitamin C	17,5mg/100gr

(Anynomous, 1978)

Berdasarkan tabel 1, komposisi terbanyak kedua pada kulit pisang adalah karbohidrat. Mengingat akan hal tersebut dan prospek yang baik di masa yang akan datang, maka penyusun mencoba mencari peluang untuk memanfaatkan kulit pisang sebagai bahan baku dalam pembuatan bioethanol (Prescott and Dunn, 1959).

2. Mikroorganisme pada Fermentasi

Alkohol dapat diproduksi dari beberapa bahan secara fermentasi dengan bantuan mikroorganisme, sebagai penghasil enzim zimosa yang mengkatalis reaksi biokimia pada perubahan substrat organik. Mikroorganisme yang dapat digunakan untuk fermentasi terdiri dari yeast (ragi), khamir, jamur, dan bakteri. Mikroorganisme tersebut tidak mempunyai klorofil, tidak mampu memproduksi makanannya

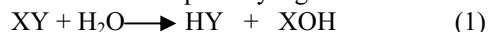
dengan cara fermentasi, dan menggunakan substrat organik untuk sebagai makanan.

Saccharomyces cerevisiae lebih banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial dibandingkan dengan bakteri dan jamur. Hal ini disebabkan karena *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi. Kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 8-20% pada kondisi optimum. *Saccharomyces cerevisiae* yang bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah di dapat dan malah mudah dalam pemeliharaan. Bakteri tidak banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial, karena kebanyakan bakteri tidak dapat tahan pada kadar alkohol yang tinggi (Sudarmadji K., 1989).

3. Hidrolisis

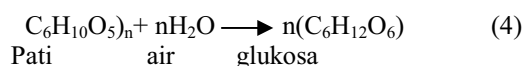
Hidrolisis adalah reaksi kimia antara air dengan suatu zat lain yang menghasilkan satu zat baru atau lebih dan juga dekomposisi suatu larutan dengan menggunakan air. Proses ini melibatkan pengionan molekul air ataupun peruraian senyawa yang lain (Pudjaatmaka dan Qodratillah, 2002).

Hidrolisis diterapkan pada reaksi kimia yang berupa organik atau anorganik dimana air mempengaruhi dekomposisi ganda dengan campuran yang lain, hydrogen akan membentuk satu komponen dan hidroksil ke komponen yang lain.



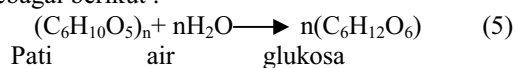
(Groggins, 1958)

Reaksi hidrolisis pati berlangsung menurut persamaan reaksi sebagai berikut :



Karena reaksi antara pati dengan air berlangsung sangat lambat, maka untuk memperbesar kecepatan reaksinya diperlukan penambahan katalisator. Penambahan katalisator ini berfungsi untuk memperbesar keaktifan air, sehingga reaksi hidrolisis tersebut berjalan lebih cepat. Katalisator yang sering digunakan adalah asam sulfat, asam nitrat, dan asam klorida.

Dalam reaksi ini menggunakan katalis asam klorida sehingga persamaan reaksi yang terbentuk sebagai berikut :



(Agra dkk, 1973)

Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jernih atau anaerob sebagian. Dalam suatu proses fermentasi bahan pangan seperti natrium klorida bermanfaat untuk membatasi pertumbuhan organisme pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian besar organisme yang lain. Suatu fermentasi yang busuk biasanya adalah fermentasi yang mengalami kontaminasi, sedangkan fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol.

Mikroba yang digunakan untuk fermentasi dapat berasal dari makanan tersebut dan dibuat pemupukan terhadapnya. Tetapi cara tersebut biasanya berlangsung agak lambat dan banyak menanggung resiko pertumbuhan mikroba yang tidak dikehendaki lebih cepat. Maka untuk mempercepat perkembangbiakan biasanya ditambahkan mikroba dari luar dalam bentuk kultur murni ataupun starter (bahan yang telah mengalami fermentasi serupa).

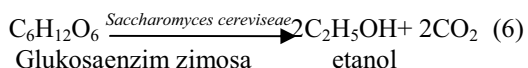
Manusia memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* untuk melangsungkan fermentasi, baik dalam makanan maupun dalam minuman yang mengandung alkohol. Jenis mikroba ini mampu mengubah cairan yang mengandung gula menjadi alkohol dan gas CO₂ secara cepat dan efisien (Sudarmadji K., 1989).

Peoses metabolisme pada *Saccharomyces cerevisiae* merupakan rangkaian reaksi yang terarah yang berlangsung pada sel. Pada proses ini terjadi serangkaian reaksi yang bersifat merombak suatu bahan tertentu dan menghasilkan energy serta serangkaian reaksi lain yang bersifat mensintesis senyawa-senyawa tertentu dengan membutuhkan energi. *Saccharomyces cerevisiae* sebenarnya tidak mampu langsung melakukan fermentasi terhadap makromolekul seperti karbohidrat, tetapi karena mikroba tersebut memiliki enzim yang disekresikan mampu memutuskan ikatan glikosida sehingga dapat difermentasi menjadi alkohol atau asam.

Fermentasi bioethanol dapat didefinisikan sebagai proses penguraian gula menjadi bioethanol dan karbondioksida yang disebabkan enzim yang dihasilkan oleh massa sel mikroba.

Perubahan yang terjadi selama proses fermentasi adalah:

Perubahan glukosa menjadi bioethanol oleh sel-sel *Saccharomyces cerevisiae*.



(Sudarmadji K., 1989)

Fermentasi bioethanol dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain:

a. Media

Pada umumnya bahan dasar yang mengandung senyawa organik terutama glukosa dan pati dapat digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi bioethanol (Prescott and Dunn, 1959)

b. Suhu

Suhu optimum bagi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dan aktivitasnya adalah 25-35°C. suhu memegang peranan penting, karena secara langsung dapat mempengaruhi aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* dan secara tidak langsung akan mempengaruhi kadar bioethanol yang dihasilkan (Prescott and Dunn, 1959)

Pada penelitian ini pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dijaga pada suhu 27°C (Rhonny.A dan Danang J.W, 2003).

c. Nutrisi

Selain sumber karbon, *Saccharomyces cerevisiae* juga memerlukan sumber nitrogen, vitamin dan mineral dalam pertumbuhannya. Pada umumnya sebagian besar *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan vitamin seperti biotin dan thiamin yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Beberapa mineral juga harus ada untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* seperti fosfat, kalium, sulfur, dan sejumlah kecil senyawa besi dan tembaga (Prescott and Dunn.1959).

Pada penelitian ini menggunakan 6 gr Za dan 6 gr urea sebagai nutrisinya dan selanjutnya dipasteurisasi pada suhu 121°C (Rhonny.A dan Danang J.W., 2003)

d. pH

pH substrat atau media fermentasi merupakan salah satu faktor yang menentukan kehidupan *Saccharomyces cerevisiae*. Salah satu sifat *Saccharomyces cerevisiae* adalah bahwa pertumbuhan dapat berlangsung dengan baik pada kondisi pH 4 – 6 (Prescott and Dunn, 1959).

Pada penelitian ini pH media fermentasi (filtrat) dijaga pada kondisi pH 5 (Rhonny.A dan Danang J.W., 2003).

e. Volume starter

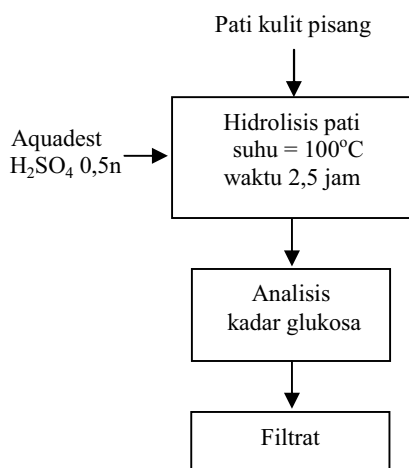
Volume starter yang ditambahkan 3-7% dari volume media fermentasi. Jumlah volume starter tersebut sangat baik dan efektif untuk fermentasi serta dapat menghasilkan kadar alcohol yang relative tinggi (Mponick, J. A., 1968).

Penambahan volume starter yang sesuai pada proses fermentasi adalah 5% dari volume fermentasi (Prescott and Dunn, 1959).

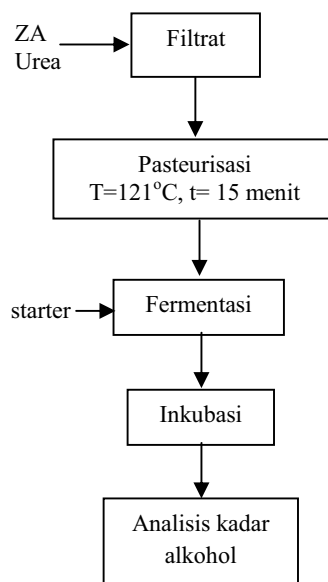
Volume starter yang terlalu sedikit akan mengakibatkan produktivitas menurun karena menjadi lelah dan keadaan ini memperbesar terjadinya kontaminasi. Peningkatan volume starter akan mempercepat terjadinya fermentasi terutama bila digunakan substrat berkadar tinggi. Tetapi jika volume starter berlebihan akan mengakibatkan

Tahap ke dua adalah hidrolisis pati kulit pisang dengan ditambah larutan H_2SO_4 0,5 N dengan berat tertentu di dalam labu leher tiga dilengkapi dengan pendingin balik dan dipanaskan sampai suhu $100^\circ C$ selama 2,5 jam. Setelah itu didinginkan sampai sama dengan suhu ruangan. Hasil hidrolisis disaring, sehingga didapatkan filtrate. Diagram alir tahap ke dua dapat dilihat pada gambar 2. Filtrat diatur pH nya antara 4 – 6, kemudian difermentasi.

Tahap ke tiga adalah fermentasi dengan cara filtrat sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambahkan 6 gram ammonium sulfat dan 6 gram urea sebagai nutrisi. Selanjutnya di pasteurisasi pada suhu $120^\circ C$ selama 15 menit lalu didinginkan. Starter (inokulum awal) dengan berbagai variasi volum dimasukkan ke dalam medium fermentasi. Kemudian dilakukan inkubasi dengan cara menutup rapat labu Erlenmeyer pada suhu berkisar antara $27-30^\circ C$ selama waktu tertentu. Percobaan diulangi dengan waktu fermentasi dan berat pati bervariasi sampai diperoleh waktu fermentasi dan berat pati yang optimum. Pengambilan cuplikan dilakukan disetiap variasi pada hari yang telah ditentukan setelah diberi inokulum kemudian di analisis kadar bioethanolnya. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Diagram alir hidrolisis kulit pisang



Gambar 3. Diagram alir fermentasi

2. Analisa Bahan Baku

Hasil analisis kandungan pati di dalam kulit pisang ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kulit Pisang

Jenis Analisis	Persentase
Air	91,4374
Pati	2,30

Hasil analisis kandungan pati di dalam pati kulit pisang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Pati Kulit Pisang

Jenis Analisis	Persentase
Air	93,8610
Pati	3,68

Analisa kadar glucose hasil hidrolisis kulit pisang didapat kadar glukosa sebesar 3.13 %

3. Variasi waktu fermentasi.

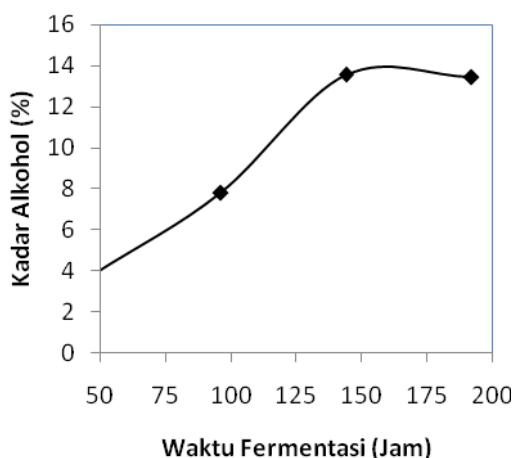
Hasil percobaan pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar alcohol ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengaruh waktu fermentasi persentase alkohol pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dan berat yeast 0,0624 g

Waktu fermentasi (jam)	Alkohol	
	Berat(g)	(%)
48	4,7502	3,8737
96	4,7205	7,7828
144	4,6796	13,5406
192	4,6794	13,4416

Data table 4 dibuat grafik pengaruh waktu fermentasi terhadap persentase alkohol yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 4 dan gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi dihasilkan alkohol semakin banyak sampai waktu 144 jam, setelah waktu tersebut persentase alkohol menurun. Sebagai contoh pada waktu 48 jam persentase alkohol yang dihasilkan sebesar 3,9, setelah 144 jam persentase alkohol naik menjadi 13,54 % dan turun menjadi 13,4 % pada waktu 192 jam.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Alkohol

Pada waktu 48 sampai 144 jam alkohol yang dihasilkan bertambah banyak karena aktifitas mikrobial mengalami pertumbuhan dengan berkembang biak sehingga alkohol yang dihasilkan bertambah banyak. Pada waktu 144 jam perkembangan mikrobial sudah maksimum. Sedangkan pada waktu fermentasi lebih besar dari 144 jam kadar etanol turun, hal ini disebabkan nutrisi yang dibutuhkan untuk pembiakan sudah habis, akibatnya bakteri memakan alkohol, hal ini ditunjukkan adanya pembentukan asam asetat. Proses ini dapat terlihat adanya gelembung - gelembung udara.

Hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar alkohol dinyatakan dalam persamaan 9, sebagai berikut :

$$y = 7,568 \ln(x) - 25,65 \quad (9)$$

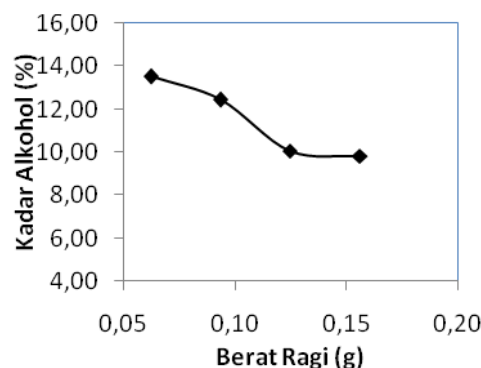
4. Variasi Berat ragi

Hasil percobaan pengaruh berat ragi terhadap kadar alkohol ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penelitian dengan Variabel Berat Ragi pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dan Waktu fermentasi 144 jam

Berat ragi (g)	Alkohol	
	Berat (g)	%
0,0624	4,6640	13,5353
0,0936	4,6886	12,4325
0,1248	4,6717	10,0759
0,1560	4,6906	9,8266

Dari tabel 5 dibuat grafik pengaruh berat ragi terhadap kadar alkohol seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Berat Ragi terhadap Kadar Alkohol

Pada table 5 dan gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan berat ragi menyebabkan alkohol yang dihasilkan menurun. Sebagai contoh pada penambahan ragi sebesar 0,0624 g. menghasilkan kadar alkohol sebesar 13,54 %. Dan turun menjadi 12,4325 %. pada penambahan ragi sebanyak 0,1248 g. pada penambahan ragi selanjutnya hasilnya tetap. Hal ini disebabkan perbandingan nutrisi yang tersedia sebanding dengan banyaknya *Saccharomyces cerevisiae* yang ada. Sedangkan pada penambahan ragi sebanyak 0,0936 gr; 0,1248 gr dan 0,1560 gr, kadar etanol yang dihasilkan semakin turun. Hal ini disebabkan *Saccharomyces cerevisiae* yang ada lebih

banyak dibanding nutrisi yang tersedia, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* lebih banyak menggunakan nutrisi tersebut untuk bertahan hidup dari pada merombak gula menjadi alkohol.

Hubungan antara berat ragi yang ditambahkan terhadap kadar alkohol dinyatakan dalam persamaan 10, sebagai berikut :

$$y = -4,42\ln(x) + 1,423 \quad (10)$$

KESIMPULAN

1. Semakin lama fermentasi kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi sampai waktu tertentu.
2. Waktu optimum fermentasi diperoleh selama 144 jam dengan kadar etanol 13,5406 %.
3. Semakin banyak ragi yang ditambahkan menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan semakin rendah.
4. Penambahan berat ragi yang relatif baik yaitu sebanyak 0,0624g. dengan kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 13,5353 %.
5. Grafik hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar etanol, dinyatakan dengan persamaan

$$y = 7,568\ln(x) - 25,65.$$
6. Grafik hubungan antara berat ragi terhadap kadar etanol, dinyatakan dengan persamaan

$$y = -4,42\ln(x) + 1,423.$$

DAFTAR PUSTAKA

- Anynomous, 1978, "Statistika Indonesia", Biro Pusat Statistika, Jakarta.
- Atlas, R. M, 1984, "Teknologi Pengawetan Pangan", edisi 3, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Desroir, Norman., 1988, " Unit Processing Organic Synthesis", ed 5, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Groggin, P. H., 1968, "Alcohols Their Chemistry Properties and Manufacture", Reinhold Book Corporation, New York.
- Perry,J.H.,1949,"Chemical Engineers Hand Book",3 th edition,mc.Grow Hill Book Company.inc.New York,Toronto and London.
- Poedjiadi A, 1994, "Dasar-dasar Biokimia", Universitas Indonesia, Jakarta.
- Prescott, S. G and C. G. Said, 1959, "Industrial Microbiology", ed 3, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Pudjatmaka, A. H., dan Qodratillah, M.T., 2002, "Kamus Kimia", Balai Pustaka, Jakarta.
- Rhonny dan Danang, 2003, "Laporan Penelitian Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang", Universitas Pembangunan Nasional, Yogyakarta.
- Sudarmadji. S., Haryono. B., dan Suhardi, 1989, "Mikrobiologi Pangan", PAU Pangan dan Gizi Universitas Gaja Mada, Yogyakarta.
- Sudarmadji. S., Haryono. B., dan Suhardi, 1997, "Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian", PAU Pangan dan Gizi Universitas Gaja Mada, Yogyakarta.